

**A N-műtrágya transzformációjának  
és a szerves N mineralizációjának tanulmányozása  
<sup>15</sup>N stabil izotópjelzéssel  
III. A N-formák átalakulása két szikes talajon**

LATKOVICS GYÖRGYNÉ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Mint ismeretes, a nitrogénműtrágyázás és a szerves anyag mineralizációja során felszabadult nitrogén a talaj ásványi nitrogéntartalmát növeli.

A modellkísérletek eredményei rámutatnak, hogy a talaj ásványi nitrogénmennyisége a mineralizációs-immobilizációs folyamatokkal összefüggően változik. Általában az érlelés kezdetén a mikrobák immobilizációja következtében csökken a talaj ásványi nitrogéntartalma, majd növekszik, részben a nitrogénben gazdag szerves anyag ásványosodása, részben az immobilizált nitrogén újra ásványosodása során.

Adatokkal bizonyított tény, hogy a talajhoz adott szervesanyag-maradvány ásványosodását a nitrogénműtrágyázás elősegíti (ASGHAR és KANEHIRO [1], LATKOVICS [6], WOJCIK-WOJTKOWIAK és STEFANIAK [13]). Az érlelés alatt a N-formák változása szoros összefüggést mutat a mikrobiológiai folyamatokkal, amelyeket viszont sok tényező, többek között a talajtulajdonságok nagymértékben befolyásolnak. CORNFIELD [2, 3], MORRILL és DAWSON [9], DANCER, PETERSON és CHESTERS [4], továbbá SARATHCHANDRA [11] inkubációs kísérleteikben pl. szoros összefüggést találtak a talajok pH-értéke és a  $\text{NO}_3^-$  mennyisége között. Savanyú kémhatású talajokon az érlelés alatt több ammónium halmozódott fel, mint nitrát és ez arányban volt a nitrifikáló baktériumok mennyiségével.

Ugyanakkor ISHAQUE és CORNFIELD [5] élénk nitrifikációt mutattak ki Kelet-Pakisztán 4,1—4,2 pH-jú „tea-talaján” is. A szerzők szerint a  $\text{NO}_3^-$  képződéséhez a savas közeghez adaptált mikrobák, valamint a gombák tevékenysége járult.

A sók, többek között a nitrogénműtrágyák hatása a talaj szervesnitrogén-mineralizációjára és a nitrogénformák átalakulására közismert. LAURA [7, 8], valamint WESTERMAN és TUCKER [12] kísérletében az alacsony sókoncentrációk kedvezően befolyásolták a talaj-nitrogén mineralizációját, a magas sókoncentráció viszont csökkentette a mineralizáció mértékét és a nitrifikációt. Ez esetben a talajban elsősorban az ammónium halmozódott fel.

Mindezek az eredmények rámutatnak, hogy a talajtulajdonságok, a talajok kémhatása, sókoncentrációja, a talaj nedvességtartalma stb. befolyásolják

a nitrogénműtrágya transzformációját, a szerves nitrogén mineralizációját, a talajban levő ásványi nitrogénformákat, vagyis az  $\text{NH}_4\text{-N}$  és  $\text{NO}_3\text{-N}$  mennyiségét.

A kérdés tisztázására a korábban megkezdett modellkísérletünket tovább folytattuk és két különböző szikes talajon tanulmányoztuk a nitrogénműtrágya transzformációját. Az eredményekről jelen közleményben számolok be.

### Kísérleti anyag és módszer

A kísérlethez 9,48 pH-jú, 1% humuszt és 1,5% összes só-t tartalmazó meszes dunai öntéstalajon képződő szolonszaks talaj (Apaj  $x_1$ ) és 5,8 pH-jú, 4,8%-os humusztartalmú gyengén szolgyosodott sztyeppesedő réti szolonyec (Szentistván  $x_2$ ) talaj átlagmintáit használtuk. A kísérlet beállítása és az érlelés körülményei megegyeztek a korábban végzett modellkísérletekkel. A tenyészedényekbe 200 g légszáraz, 2 mm-es szitán átengedett talajt mértünk be. Nitrogénműtrágyának  $\sim 30$  mg N/100 g talaj adagnak megfelelő ammónium- és nitrát-csoporton jelzett, ill. jelzetlen  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  vegyületet használtunk. Szerves anyag-nak a bemért talajmennyiség 0,4%-ának megfelelő, közel azonos N-tartalmú — 3,06—3,40% — ledarált, légszáraz állapotú  $^{15}\text{N}$ -jelzett babszárat használtunk, amelyet a talajjal jól elkevertünk. A babnövényeket előzetesen tenyész-edénykísérletben  $^{15}\text{N}$ -jelzett nitrogénműtrágyával neveltük. A nitrogénműtrágyákat oldatban adtuk a talajhoz. A talaj nedvességtartalmát a  $\text{VK}_{\text{max}}$  60%-án tartottuk. A lezárt edényeket termosztátba helyeztük és 30 °C-on hosszabb ideig érleltük.

A kísérletben alkalmazott kezeléseket az 1. táblázat tartalmazza. Az érlelés alatt folyamatosan mintát vettünk és az egyes mintavételek során meghatá-

1. táblázat

A kísérletben alkalmazott kezelések

(1) Kezelések	(2) Összes N, mg/100 g talaj		(3) $^{15}\text{N}$ atom %	
	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$
A) Kontroll	—	—	—	—
B) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	31,0	31,0	10,465	10,465
C) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag*	12,24	13,60	2,998	2,795
D) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag + $\text{NH}_4\text{NO}_3$	41,88	43,24	2,998	2,795

\*  $^{15}\text{N}$ -szerves anyag =  $^{15}\text{N}$ -jelzett babszár

$x_1$  — szolonszaks talaj;  $x_2$  — gyengén szolgyosodott sztyeppesedő réti szolonyec

roztuk a talajok ásványi nitrogéntartalmát. Az utolsó mintavételnél a kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  és az összes nitrogénmennyiségeket is megmértük. A talajok N-formáinak meghatározásával egyidőben megmértük az oldatok  $^{15}\text{N}$  relatív gyakoriságát is és kiszámítottuk a  $^{15}\text{N}$ -jelzett trágyából és a jelzett szerves anyagból származó nitrogénmennyiségeket. A vizsgálatokat a korábbi közleményben ismertetett módszerekkel végeztük [6], és variancia-analízissel értékeltük.

2. táblázat

A talajok ásványi N-tartalmának (mg/100 g talaj) változása a kezelések hatására

(1) Kezelés	(2) A mintavétel ideje, nap						(3) Átlag
	5	12	20	35	68	88	
<b>x<sub>1</sub> — Szoloncsák talaj</b>							
A) Kontroll	4,46	5,16	5,69	6,73	6,74	5,86	5,77
B) <sup>15</sup> NH <sub>4</sub> <sup>15</sup> NO <sub>3</sub>	30,59	30,01	29,61	30,00	28,78	26,73	29,29
C) <sup>15</sup> N-szerves anyag	8,95	10,99	12,51	13,62	12,14	11,04	11,54
D) <sup>15</sup> N-szerves anyag + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	27,63	25,82	23,88	25,73	23,68	23,49	25,04
Átlag	17,91	17,99	17,92	19,02	17,84	16,78	17,91
<b>x<sub>2</sub> — Gyengén szologyosodott sztyeppesedő réti szolonyec</b>							
A) Kontroll	3,32	3,87	4,27	5,40	7,07	5,78	4,95
B) <sup>15</sup> NH <sub>4</sub> <sup>15</sup> NO <sub>3</sub>	31,50	32,64	33,75	35,38	38,05	35,35	34,44
C) <sup>15</sup> N-szerves anyag	11,37	12,51	13,63	14,28	16,66	17,83	14,38
D) <sup>15</sup> N-szerves anyag + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	40,35	30,20	31,68	33,56	34,04	30,06	33,31
Átlag	21,63	19,80	20,83	22,15	23,95	22,25	21,77

(4)  
Variance táblázat

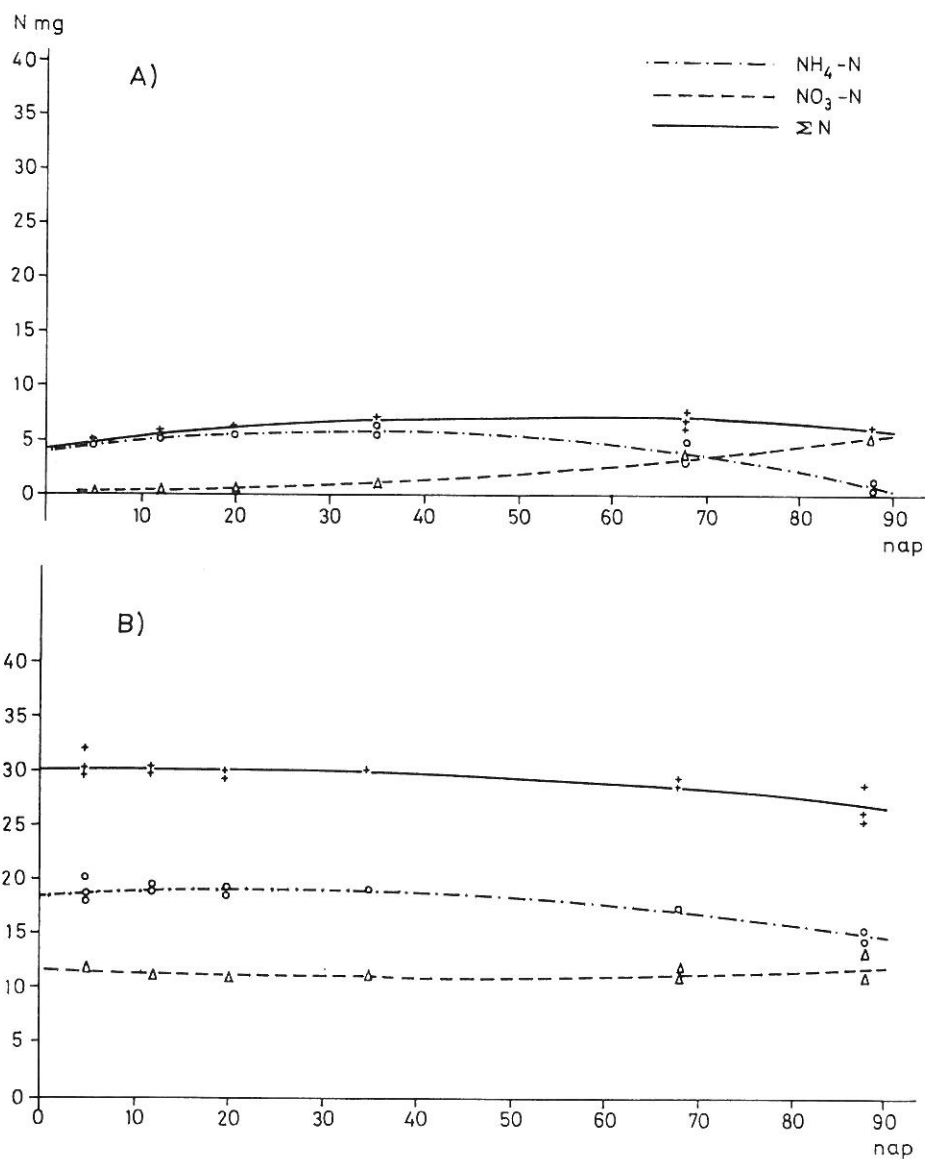
(5) Tényező	SQ	FQ	MQ	F	SzD <sub>e</sub> %
<b>x<sub>1</sub></b>					
a) Kezelés	6605,57	3	2208,52	590,7***	1,30
b) Mintavétel	30,28	5	6,06	1,6	1,69
c) Kölcsönhatás	89,23	15	5,95	1,6	3,17
d) Hiba	179,46	48	3,738		
e) Összesen	6904,54	71	97,53	CV — 10,8	
<b>x<sub>2</sub></b>					
a) Kezelés	7577,6	3	2525,88	992,1***	1,34
b) Mintavétel	79,2	5	15,84	6,2***	1,64
c) Kölcsönhatás	200,6	15	13,38	5,3***	3,29
d) Hiba	61,1	24	2,545		
e) Összesen	7918,5	47	168,48	CV — 7,3	

## Az eredmények értékelése

A talajok NO<sub>3</sub>-N- és kicserélhető NH<sub>4</sub>-N-tartalmának változása

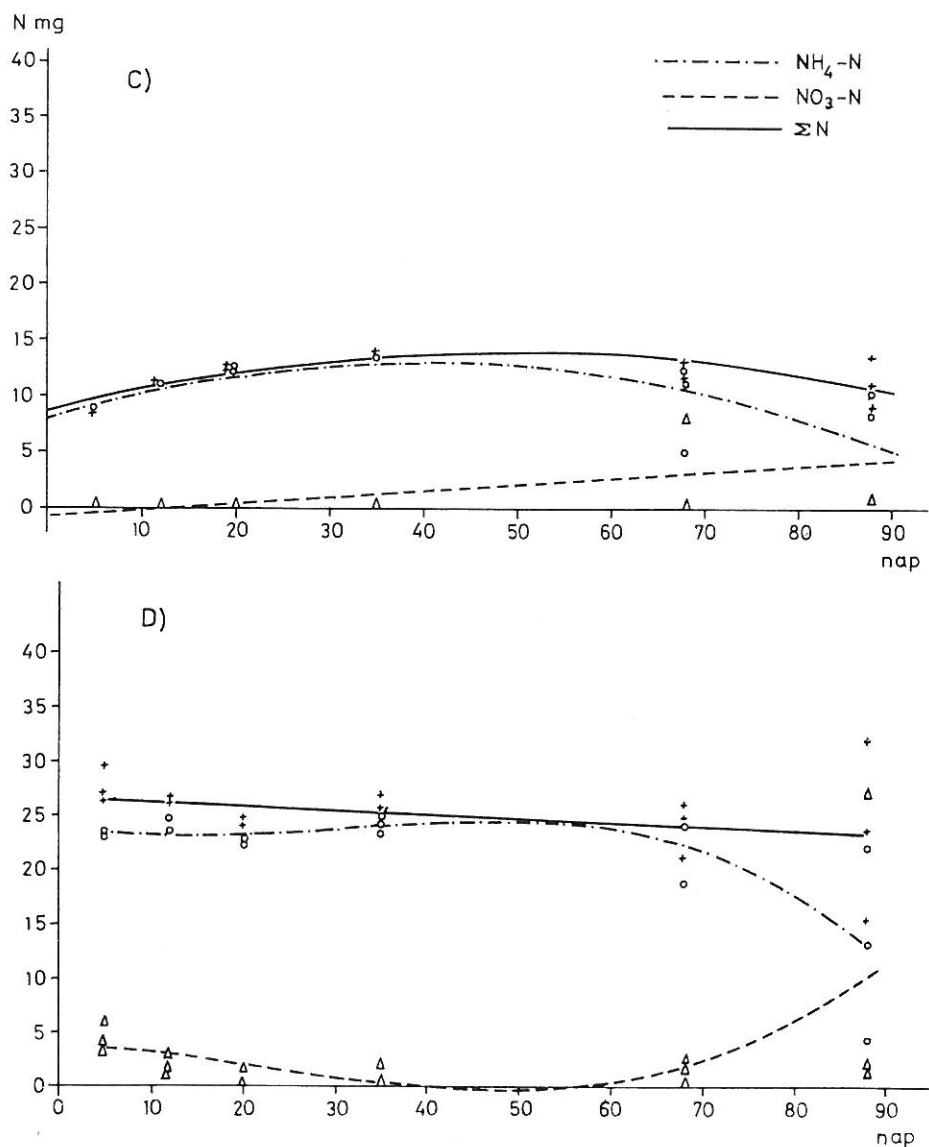
Az 1. és 2. ábrán az érlelés alatt vett minták NO<sub>3</sub>-N- és kicserélhető NH<sub>4</sub>-N-tartalmának változása jól nyomon követhető. A kontroll kezelésekben az érlelés alatt mindkét talaj ásványi nitrogéntartalma nőtt. A legnagyobb értéket a 68. napon mértük, ezt követően csökkent az ásványi nitrogéntartalom és az utolsó mintavételkor, a 88. napon a két talajon közel azonos értékeket — 5,85—5,79 mg N/100 g talaj — kaptunk. Az adatokból az is kitűnik, hogy a

két talajon a nitrifikációs folyamat eltérő. A gyengén szologyosodott sztyeppe-sedő réti szolonyec talajon az ásványi nitrogénmennyiség nagyobb részét már az érlelés kezdetén is a nitrát képezte, míg a szoloncsák talajon a nitrát csak az inkubáció későbbi szakaszában jelent meg és a maximális értéket az utolsó mintavételkor mértük.



1. A szoloncsák talaj ásványi N-tartalmának változása az érlelés alatt, a kezelések hatására.

Az ammónium-nitrát hatására mindkét talajban jelentősen nőtt az ásványi nitrogénmennyiség. A szoloncsák talajon az 5. napon vett minták adataihoz viszonyítva a 68. napig a nitrát-nitrogén és a kicserélhető ammónium-nitrogén mennyisége lényegesen nem változott. A 88. napon mért értékek viszont a nitrifikációra utalnak, ugyanis a talaj  $\text{NO}_3\text{-N}$ -mennyisége nőtt, a kicserélhető



ábra

A) Kontroll; B)  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ; C)  $^{15}\text{N}$ -szerves anyag; D)  $^{15}\text{N}$ -szerves anyag +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

## 3. táblázat

A jelzett anyagból származó nitrogénmennyiség  
( $x_1$  — szoloncsák talaj)

(1) Kezelés	(2) Mintavétel ideje, nap						(3) Átlag
	5	12	20	35	68	88	
I. N mg/100 g talaj							
B) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	21,92	21,49	22,43	20,61	19,62	18,43	20,75
C) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag	4,65	5,12	6,95	5,24	6,09	5,54	5,60
D) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag + $\text{NH}_4\text{NO}_3$	8,10	7,44	7,97	6,66	7,61	6,02	7,30
Átlag	11,55	11,35	12,45	10,84	11,11	10,00	11,22
II. Az összes ásványi nitrogén %-ában							
B) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	71,74	71,65	75,78	68,69	68,17	68,89	70,82
C) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag	51,93	46,61	55,56	38,46	50,18	50,28	48,84
D) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag + $\text{NH}_4\text{NO}_3$	29,18	28,77	33,36	25,78	32,11	26,66	29,31
Átlag	50,95	49,01	54,90	44,31	50,15	48,61	49,66

## (4)

## Variance táblázat

(5) Tényező	SQ	FQ	MQ	F	SzD <sub>s</sub> %
I. N mg/100 g talaj					
a) Kezelés	2479,81	2	1239,91	1170,44***	0,70
b) Mintavétel	29,76	5	5,95	5,62***	0,98
c) Kölcsönhatás	24,33	10	2,43	2,30*	1,71
d) Hiba	38,14	36	1,059		
e) Összesen	2572,04	53	48,53	CV — 9,2	
II. Az összes ásványi N %-ában					
a) Kezelés	15 527,42	2	7763,71	640,0***	2,36
b) Mintavétel	535,69	5	107,14	8,8***	3,33
c) Kölcsönhatás	234,58	10	23,46	1,9*	5,77
d) Hiba	436,71	36	12,13		
e) Összesen	16 736,40	53	315,74	CV — 7,0	

$\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalom viszont csökkent. Az ábrán az is jól megfigyelhető, hogy a talajba adott nitrogén egy része immobilizálódott, ásványi N-formában nem volt kimutatható.

A gyengén szologyosodott sztyeppesedő réti szolonyc talajon igen szembevető a nitrifikációs folyamat, az érlelés során jelentősen nőtt a talaj nitrát-tartalma, az ammónium mennyisége ezzel összefüggően csökkent. Ugyancsak megállapítható az is, hogy a 68. napig a talaj ásványi nitrogéntartalma nőtt, és a talaj eredeti ásványi N-tartalmát, továbbá az adott nitrogénműtrágya teljes mennyiségét visszakaptuk. Az utolsó mintavétel esetén az előző mintavétel adataihoz viszonyítva kisebb értékeket mértünk.

A talajhoz adott  $^{15}\text{N}$  szerves anyag ásványosodásának üteme és mértéke, továbbá a mineralizáció során képződött  $\text{NH}_4\text{-N}$  és  $\text{NO}_3\text{-N}$  mennyisége a két

4. táblázat

A jelzett anyagból származó nitrogénmennyiség  
( $x_2$  — gyengén szolgyosodott sztyeppesedő réti szolonyec)

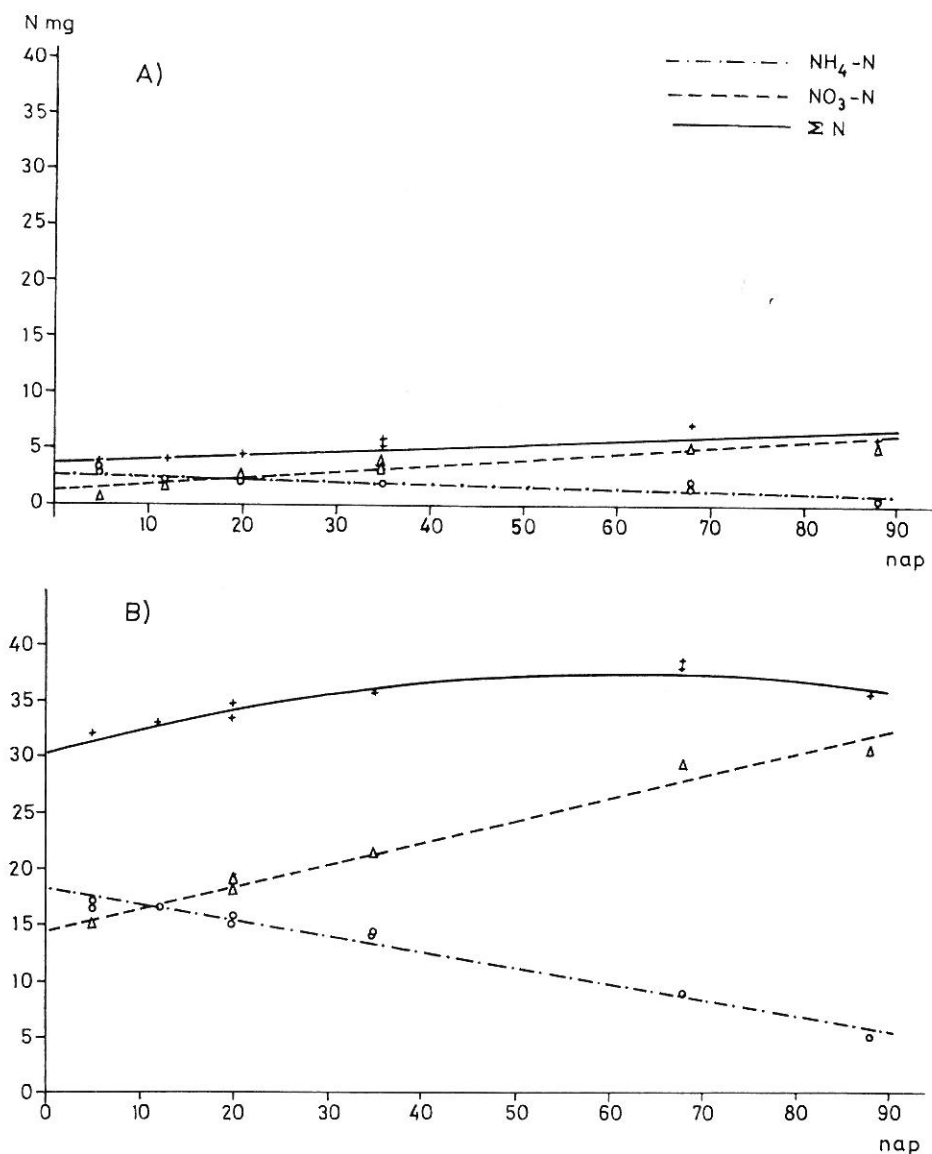
(1) Kezelés	(2) Mintavétel ideje, nap						(3) Átlag
	5	12	20	35	68	88	
I. N mg/100 g talaj							
B) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	25,69	23,72	24,71	22,72	24,16	22,85	23,97
C) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag	6,82	5,07	6,25	4,52	7,23	8,64	6,42
D) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag + $\text{NH}_4\text{NO}_3$	15,68	8,23	10,16	7,94	8,87	8,68	9,93
Átlag	16,06	12,34	13,71	11,73	13,42	13,39	13,44
II. Az összes ásványi nitrogén %-ában							
B) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	81,53	72,68	73,21	64,21	63,51	64,64	69,96
C) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag	59,98	40,54	45,83	31,46	43,27	48,56	44,94
D) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag + $\text{NH}_4\text{NO}_3$	38,81	27,27	31,98	23,81	26,03	29,49	29,56
Átlag	60,10	46,83	50,37	39,83	44,27	47,56	48,15

(4)  
Variance táblázat

(5) Tényező	SQ	FQ	MQ	F	SzD <sub>1</sub> %
<b>I. N mg/100 g talaj</b>					
a) Kezelés	2070,69	2	1035,34	824,07***	0,95
b) Mintavétel	66,53	5	13,31	10,82***	1,34
c) Kölcsönhatás	53,89	10	5,39	4,38**	2,32
d) Hiba	22,13	18	1,229		
e) Összesen	2213,24	35	63,24	CV — 8,2	
<b>II. Az összes ásványi N %-ában</b>					
a) Kezelés	9976,65	2	4988,33	253,87***	3,8
b) Mintavétel	1404,84	5	280,97	14,30***	5,4
c) Kölcsönhatás	276,90	10	27,69	1,41	9,3
d) Hiba	353,68	18	19,648		
e) Összesen	12 012,07	35	343,20	CV — 9,2	

talajban szintén eltérő volt. A szolonyec talajon a szerves anyag ásványosodása során képződött  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége a 35. napig lényegében nem változott, majd ezt követően a nitrifikáció hatására csökkent. A réti szolonyec talaj kedvezőbb feltételeket biztosított a szerves anyag mineralizációjához és az ásványosodás folyamán képződött ammónium nitrifikációjához. Az érlelés alatt a talaj  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma folyamatosan nőtt és az utolsó mintavételnél, a 88. napon a szerves anyag nitrogénjét majdnem egészében nitrátformában mutattuk ki. A szerves anyag +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  kezelésben az első mintavételkor a két talajon eltérő mennyiségű ásványi nitrogént határoztunk meg. A szolonyec talajon a beadott nitrogénmennyiségnek csak egy részét mutattuk ki ásványi N-formában.

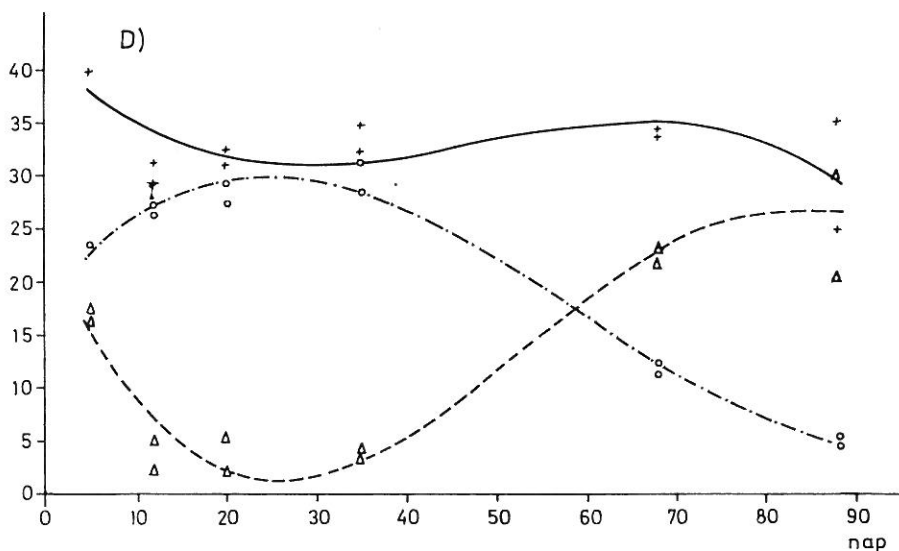
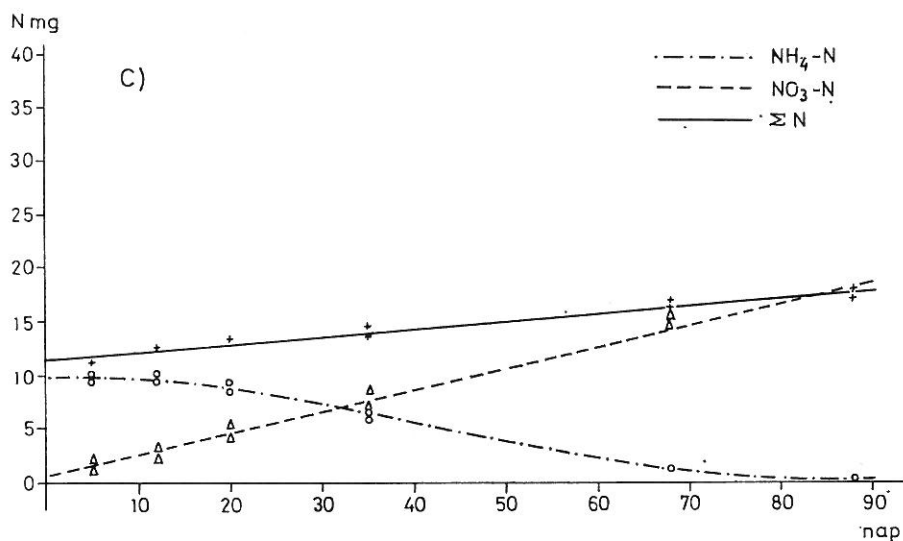
Az érlelés kezdetén mindkét talajban a szerves anyag mineralizációja során a mikrobák testük felépítéséhez a talajban levő nitrát-nitrogént használták fel. Az érlelés 35. napjáig az ásványosodás hatására nőtt a talajok  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége és csökkent a  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma. Ezt követően az ammónium nitrifikációja az  $\text{NH}_4\text{-N}$  csökkenését és a  $\text{NO}_3\text{-N}$  mennyiségének növelését ered-



2. ábra  
Gyengén szologyosodott sztyeppesedő réti szolonyec talaj ásványi N-tartalmának  
C)  $^{15}\text{N}$ -szerves anyag;



ményezte. A 2. táblázatban a  $\text{NO}_3\text{-N}$ - és a kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -mennyiségek összegét tüntettem fel. Mindkét talajon 0,1%-os szinten szignifikáns a kezelés-hatás. A kontroll talajok ásványi nitrogéntartalma az érlelés alatt szignifikánsan nőtt. A nitrogénműtrágyázás jelentősen növelte a talajok ásványi nitrogéntartalmát. A  $^{15}\text{N}$ -jelzett babszár már a talajba keverés utáni 5. napon is meg-



változása az érlelés alatt, a különböző kezelések hatására. A) Kontroll; B)  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ; D)  $^{15}\text{N}$ -szerves anyag +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

5. táblázat

Ásványi N-formában meghatározott N-mennyiség a beadott N %-ában

(1) Kezelés	(2) Mintavétel ideje, nap						(3) Átlag
	5	12	20	35	68	88	
$x_1$ — Szoloncsák talaj							
B) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	70,69	69,34	72,37	66,47	63,29	59,45	66,94
C) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag	37,97	41,85	56,81	42,79	49,79	45,25	45,74
D) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag + $\text{NH}_4\text{NO}_3$	66,15	60,77	63,18	54,39	62,17	49,18	59,64
Átlag	58,27	57,32	64,78	54,55	58,42	51,29	54,00
$x_2$ — Gyengén szologyosodott sztyeppesedő réti szolonyec							
B) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	82,85	76,52	79,70	73,27	77,94	73,71	77,33
C) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag	50,14	37,26	45,96	33,21	53,13	63,54	47,20
D) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag + $\text{NH}_4\text{NO}_3$	115,42	60,53	74,73	58,37	65,20	63,83	73,01
Átlag	82,80	58,10	66,79	54,95	65,42	67,02	65,85

(4)  
Variancia táblázat

(5) Tényező	SQ	FQ	MQ	F	SZD, %
$x_1$					
a) Kezelés	4173,05	2	2086,53	41,79***	4,8
b) Mintavétel	915,52	5	183,10	3,67**	6,8
c) Kölcsönhatás	764,07	10	76,41	1,53	11,7
d) Hiba	1797,61	36	49,933		
e) Összesen	7650,25	53	144,34	CV — 13,1	
$x_2$					
a) Kezelés	6368,6	2	3181,3	49,3***	6,89
b) Mintavétel	2811,8	5	562,4	8,7***	9,74
c) Kölcsönhatás	3168,5	10	316,8	4,9**	15,83
d) Hiba	1162,8	18	64,59		
e) Összesen	13511,7	35	386,0	CV — 12,2	

bízhatóan növelte a talajok ásványi nitrogéntartalmát. Az érlelés alatt az ásványosodás hatására további növekedést mutattunk ki a talajok felvehető nitrogéntartalmában. A szerves anyag + nitrogénműtrágya kezelésben a talaj felvehető nitrogéntartalmának egy részét a mikrobák beépítették testükbe, időlegesen immobilizálták. Az érlelés alatt a talajok ásványi nitrogénmennyisége a nitrogén mobilizációs — immobilizációs folyamataival összefüggően változott.

*A jelzett műtrágyából és a szerves anyagból származó N-tartalom*

A 3. és 4. táblázat adataiból világosan kitűnik, hogy a kezelések hatására szignifikánsan nőtt a jelzett anyagból származó nitrogén mennyisége. A két talajon a mintavételek átlagában az összes ásványi nitrogén mennyiségének

70,82–69,96%-a — 20,75–23,97 mg nitrogén — a beadott  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$  vegyületből származott. Ahol  $^{15}\text{N}$ -jelzett babszárat használtunk, az összes ásványi nitrogénnek a mintavételek átlagában 48,84–44,94%-a — 5,60–6,42 mg nitrogén — származott a jelzett szerves anyagból.

A szerves anyag +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  kezelésben az ásványi N-formában meghatározott nitrogénnek a mintavételek átlagában 29,31–29,56%-a — 7,30–9,93 mg nitrogén — származott a jelzett szerves anyagból. Az érlelés alatt a jelzett vegyületből ásványi N-formában meghatározott nitrogénmennyiség a szolonszák talajon a 20. napig nőtt, azt követően csökkent. Az utolsó mintavételkor, a 88. napon szignifikánsan kisebb értékeket mértünk. A gyengén szologyosodott sztyeppesedő réti szolonyec talajon az ásványi formában kimutatott trágya-nitrogén az érlelés alatt csökkent.

Az érlelés folyamán a jelzett anyagból származó ásványi nitrogénmennyiség mindkét talajon a nitrogén mobilizációjával és immobilizációjával összefüggően szignifikánsan változott. A szerves anyag +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  kezeléseknél a jelzett anyagból származó ásványi nitrogénmennyiség valamennyi esetben felülmúlta a csak szerves anyag kezeléseknél mért értékeket. A szerves anyaggal együtt adott nitrogénműtrágya elsősorban az érlelés kezdetén hatott kedvezően a szerves anyag mineralizációjára.

Az 5. táblázat adatai azt mutatják, hogy a közel három hónapos érlelés után az utolsó mintavételkor, a 88. napon, a beadott ammónium-nitrát 59,4–73,7%-át határoztuk meg ásványi nitrogén formában. A talajba juttatott szerves nitrogénnek pedig 45,2–49,1, ill. 63,5–63,8%-át  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ill.  $\text{NO}_3\text{-N}$  formában mértük. Az adatokból megállapítható az is, hogy a gyengén szologyosodott sztyeppesedő réti szolonyec talajon valamennyi kezelésben az ásványi nitrogén mennyisége felülmúlta a szolonszák talajon kapott értékeket.

#### *A talajok kötött $\text{NH}_4\text{-N}$ - és összes N-tartalmának változása*

Az utolsó mintavételkor, a 88. napon vett minták kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$ -mennyisége és az összes nitrogéntartalma alapján számszerűen becsülhető a nitrogénműtrágya és a szerves anyag nitrogénjének az érlelés során megkötődő mennyisége és a vesztesége. Az eredményekből kitűnik — 6. táblázat —, hogy az ammónium-nitrát hatására szignifikánsan nőtt mindkét talaj kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége. A szerves anyag nitrogénje szintén megbízhatóan növelte a talajok kötött ammóniumtartalmát, ugyanakkor a szerves anyag +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  kezeléseknél a szerves anyagból származó kötött ammónium mennyisége nem szignifikáns.

A kontrollhoz viszonyítva a kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyiségében a legnagyobb mértékű növekedést mindkét talajon a 4. kezelésben kaptuk, amikor is a jelzett szerves anyagot ammónium-nitráttal együtt alkalmaztuk. Ez esetben a kontrollhoz viszonyítva a kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége 14,8, ill. 11,63%-kal nőtt, elsősorban a jelzetlen műtrágya nitrogénje kötődött meg.

Az izotópinkalibrációval számított értékek szerint a jelzett ammónium-nitrátból származó kötött ammónium mennyisége az összesnek 9,38–6,22%-át adja talajtól függően. A jelzett szerves anyag esetében ez az érték 6,37–1,85%. A N-vegyülettel együtt adott szerves anyagból származó kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége elenyésző, az összesnek még 1%-át sem érte el, annak ellenére, hogy abszolút értékekben ebben a kezelésben mértük a legnagyobb mennyiségeket.

6. táblázat

A jelzett anyagból származó kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  és az összes N mennyisége az érlelés 88. napján

(1) Kezelés	(2) Kötött $\text{NH}_4\text{-N}$				(3) Összes nitrogén			(4) N-hiány, ill. többlet, mg/100 g talaj
	mg/100 g talaj	Jelzett anyagból származó		A beadott N %-ában	mg/100 g talaj	Jelzett anyagból származó		
		%	mg			%	mg	
$x_1$ — Szoloncsák talaj								
A) Kontroll	10,36	—	—	—	64,43	—	—	—
B) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	11,37	9,38	1,07	3,4	86,40	27,08	23,45	—7,55
C) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag	11,52	6,37	0,73	5,9	77,11	15,50	12,72	+0,48
D) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag + $\text{NH}_4\text{NO}_3$ SzD5%	11,90	0,95	0,11 0,12	0,9	88,18	8,57	7,58 4,20	—4,66
$x_2$ — Gyengén szologyo- sodott sztyeppesedő réti szolonyec								
A) Kontroll	24,84	—	—	—	252,44	—	—	—
B) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$	27,38	6,22	1,70	5,4	286,43	9,62	27,57	—3,43
C) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag	26,92	1,85	0,50	3,6	271,58	4,65	12,64	—0,96
D) $^{15}\text{N}$ -szerves anyag + $\text{NH}_4\text{NO}_3$ SzD5%	27,73	0,88	0,25 0,36	1,8	292,46	3,91	11,44 2,06	—2,16

Kísérletünkben a nitrogénműtrágyázás csökkentette a szerves anyagból származó nitrogén megkötését. A beadott jelzett nitrogénmennyiségekhez viszonyított értékek a N-forrástól és a talajtól függően változtak. A jelzett ammónium-nitrát nitrogénjének 3,4—5,4%-a, a jelzett szerves anyag nitrogénjének 3,6—5,9%-a kötődött meg. A nitrogénműtrágyával együtt adott szerves anyagból megkötött nitrogénmennyiség a beadott szerves nitrogénnek mindössze 0,9—1,8%-át tette ki.

Az összes nitrogénmennyiségekre vonatkozó adatok alapján mindkét talajon a közel három hónapos érlelés alatt N-veszteség mutatható ki. Szoloncsák talajon a jelezett  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  24,3%-át, a nitrogénműtrágyával együtt adott szerves anyag nitrogénjének 15,7%-át nem kaptuk vissza. A gyengén szologyosodott sztyeppesedő réti szolonyec talajon a fenti kezelésekből kisebb mérvű — 11,0—7,2%-os — N-veszteséget mértünk.

### Összefoglalás

A nitrogénműtrágya transzformációjának és a szerves anyag mineralizációjának tanulmányozására érleléses tenyészedény-modellkísérletünket két szikes talajjal állítottuk be. A kísérletben a kezeléseknél megfelelően  $^{15}\text{N}$  jelzett és jelzetlen ammónium-nitrátot és  $^{15}\text{N}$  jelzett babszárat alkalmaztunk. Az érlelés alatt vett mintákban meghatároztuk a talajok  $\text{NO}_3\text{-N}$ - és kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalmát, az utolsó mintavételkor, a 88. napon a kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyiségét és az összes nitrogéntartalmat is.

Az érlelés alatt a kontroll talajok ásványi nitrogéntartalma nőtt. A nitrogénműtrágyázás és a talajhoz adott szerves anyag szignifikánsan növelte a talajok ásványi nitrogéntartalmát.

A mintavételek átlagában az összes ásványi N-mennyiségnek  $\sim 70\%$ -a a N-vegyületből,  $\sim 46\%$ -a pedig a jelzett szerves anyagból származott. A N-műtrágya elsősorban az érlelés kezdetén hatott kedvezően a szerves anyag mineralizációjára.

A közel három hónapos érlelés után az ammónium-nitrát  $59\text{--}73\%$ -át, a szerves nitrogénnek  $45\text{--}63\%$ -át határoztuk meg ásványi N-formában.

A két talajon a N-műtrágya transzformációja, a szerves anyag ásványosodásának üteme és mértéke, továbbá a mineralizáció során képződött N-formák mennyisége eltérő. A gyengén szologyosodott sztyeppesedő réti szolonyec talaj kedvezőbb feltételeket biztosított a szerves anyag ásványosodásához és a nitrifikációhoz, mint a szolonszák talaj. A réti szolonyec talajon valamennyi kezelésben az ásványi nitrogén mennyisége felülmulta a szolonszák talajon mért értékeket.

Az ammónium-nitrát és a szerves anyag nitrogénje megbízhatóan növelte a talajok kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$ -mennyiségét. A kontrollhoz viszonyítva a legnagyobb,  $11,6\text{--}14,8\%$ -os növekedést a 4. kezelésben kaptuk, ahol a jelzett szerves anyagot ammónium-nitráttal együtt alkalmaztuk. Ez esetben elsősorban a jelzetlen műtrágya nitrogénje kötődött meg.

Az adott jelzett N-mennyiségekhez viszonyított értékek alapján megállapítható, hogy a talajtól függően az ammónium-nitrát nitrogénjének  $3,4\text{--}5,4\%$ -a, a jelzett szerves anyag nitrogénjének  $3,6\text{--}5,9\%$ -a kötődött meg. A nitrogénműtrágyával együtt adott szerves anyag nitrogénjének mindössze  $0,9\text{--}1,8\%$ -át tette ki a megkötött ammónium mennyisége.

A kezelések hatása a talajok összes nitrogéntartalmában jól mérhető. Az adatok alapján mindkét talajon N-veszteség mutatható ki. Szolonszák talajon a N-veszteség mintegy kétszerese a gyengén szologyosodott sztyeppesedő réti szolonyec talajon kapott értékeknek.

### Irodalom

- [1] ASGHAR, M. & KANEHIRO, Y.: Effects of Sugarcane Trash and Pineapple Residue Incorporation on Soil Nitrogen, pH and Redox Potential. *Plant and Soil*. **44**. 209—218. 1976.
- [2] CORNFIELD, A. H.: The Mineralization of the Nitrogen of Soils during Incubation. Influence of pH, Total Nitrogen, and Organic Carbon Contents. *J. Sci. Food Agric.* **3**. 343—349. 1952.
- [3] CORNFIELD, A. H.: Mineralization during Incubation of the Organic Nitrogen Compounds in Soils as Related to Soil pH. *J. Sci. Food Agric.* **10**. 27—28. 1959.
- [4] DANCER, W. S., PETERSON, L. A. & CHESTERS, G.: Ammonification and Nitrification of N as Influenced by Soil pH and Previous N Treatments. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **37**. (1) 67—69. 1973.
- [5] ISHAQUE, M. & CORNFIELD, A. H.: Nitrogen Mineralization and Nitrification during Incubation of East Pakistan „TEA” Soils in Relation to pH. *Plant and Soil* **37**. 91—95. 1972.
- [6] LATKOVICS, GY.-NÉ: A N-műtrágya transzformációjának és a szerves N mineralizációjának tanulmányozása  $^{15}\text{N}$  stabil izotópjelzéssel. I. Csernozjom jellegű barna erdőtalajon a N-formák átalakulása modellkísérletben. II. A N-formák átalakulása karbonátos és savanyú homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan*. **28**. 473—486. 1979. és **30**. 3—15. 1981.
- [7] LAURA, R. D.: Effects of Sodium Carbonate on Carbon and Nitrogen Mineralization of Organic Matter Added to Soil. *Geoderma*. **9**. 15—26. 1973.

- [8] LAURA, R. D.: Effects of Neutral Salts on Carbon and Nitrogen Mineralization of Organic Matter in Soil. *Plant and Soil* **41**. 113—127. 1974.
- [9] MORRILL, L. G. & DAWSON, J. E.: Patterns Observed for the Oxidation of Ammonium to Nitrate by Soil Organisms. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **31**. 757—760. 1967.
- [10] NYBORG, M. & HOYT, P. B.: Effects of Soil Acidity and Liming on Mineralization of Soil Nitrogen. *Canad. J. Soil Sci.* **58**. 331—338. 1978.
- [11] SARATHCHANDRA, S. U.: Nitrification Activities and Changes in the Populations of Nitrifying Bacteria in Soil Perfused at Two Different H-ion Concentrations. *Plant and Soil* **50**. 99—111. 1978.
- [12] WESTERMAN, R. L. & TUCKER, T. C.: Effect of Salts and Salts Plus Nitrogen 15 Labeled Ammonium Chloride on Mineralization of Soil Nitrogen, Nitrification and Immobilization. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **38**. 602—605. 1974.
- [13] WOJCIK-WOJTKOWIAK, D. & STEFANIAK, O.: Chemical and Microbiological Changes of Mineral Nitrogen ( $\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ) in Soil Incubated with Straw. *Polish J. Soil Science*. **4**. (1) 61—67. 1971.

*Érkezett: 1981. június 23.*

## Investigations with $^{15}\text{N}$ of the Transformation of N-Fertilizers and the Mineralisation of Organic N

### III. Transformation of N Forms in Two Alkali Soils

I. LATKOVICS

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

#### Summary

As part of a series of experiments on the transformation of nitrogen fertiliser and the mineralisation of organic matter, a model composting experiment was set up in pots on two alkali soils.

Samples from the upper ploughed layers of a solonchak soil formed on calcareous Danube alluvial soil containing 1% humus and 1.5% total salts (pH 9.48) and of a slightly solodised, steppe-like meadow solonetz soil containing 4.8% humus (pH 5.8) were used in the experiment.

In both groups of the experiment the fertiliser was ammonium nitrate either labelled with  $^{15}\text{N}$  or unlabelled, and ground, air-dried bean stalks labelled with  $^{15}\text{N}$  (N content 3.06—3.40%) were used as organic matter. The bean plants were preliminarily raised in a pot experiment using  $^{15}\text{N}$  labelled fertiliser. The organic matter made up 0.4% of the measured soil quantity.

The closed pots were placed in a thermostat and composted at 30 °C. The soil moisture content was maintained at  $\text{VK}_{\text{max}}$  60%. Samples were taken during the composting process for the determination of the  $\text{NO}_3\text{-N}$  and exchangeable  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents of the soils. For the last sample, taken on the 88th day, the fixed  $\text{NH}_4\text{-N}$  and total nitrogen contents were also determined.

In the control treatments the mineral nitrogen contents of both soils increased during composting. The highest values were measured on the 68th day, after which the quantity of mineral nitrogen decreased. The nitrification process differed in the two soils. In the slightly solodised, steppe-like meadow solonetz soil the major part of the mineral nitrogen consisted of nitrate even at the beginning of composting, while in the solonchak soil nitrate only appeared in the later stages of incubation and the maximum value was measured in the last sample. N fertilisation and the addition of organic matter to the soil significantly increased the mineral nitrogen contents of the soils. Averaged over the samples, approx. 70% of the total mineral nitrogen content originated from the N compound and approx. 46% from the labelled organic matter. The favourable effect of the N fertiliser on the mineralisation of organic matter was chiefly exhibited in the early stages of composting.

After nearly three months of composting, 59—73% of the ammonium nitrate and 45—73% of the organic nitrogen were found in the form of mineral N. The transformation of N fertiliser, the rate and extent of organic matter mineralisation and the



quantity of N forms produced during mineralisation differed in the two soils. The slightly solodised, steppe-like meadow solonetz soil provided more favourable conditions for the mineralisation of organic matter and nitrification than the solonchak soil. In all treatments in the meadow solonetz soil the major part of the mineral nitrogen was made up of  $\text{NO}_3\text{-N}$  and this quantity exceeded the values measured in the solonchak soil.

During composting the mineral nitrogen contents of the soils changed as a function of the mobilisation and immobilisation processes of nitrogen. Ammonium nitrate and the nitrogen from organic matter significantly increased the fixed  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents of the soils. Compared to the control the greatest increase (11.6—14.8%) was found in treatment 4, where the labelled organic matter was applied in combination with ammonium nitrate. In this case it was primarily the nitrogen of the unlabelled fertiliser which became fixed.

Compared to the given quantities of labelled N, it can be established that, depending on the soils, 3.4—5.4% of the nitrogen from N compounds and 3.6—5.9% of the nitrogen from organic matter became fixed. Only 0.9—1.8% of the fixed ammonium content was derived from the nitrogen of organic matter when this was applied together with nitrogen fertiliser. The effect of the treatments was clearly measurable in the total nitrogen contents of the soils. The data show N loss in both soils. In the solonchak soil 24.3% of the nitrogen from labelled ammonium nitrate and 15.7% of the nitrogen from organic matter applied with nitrogen fertiliser were not retrieved. In the slightly solodised, steppe-like meadow solonetz soil a lower N loss (11.0—7.2%) was observed in these treatments.

*Table 1.* Treatments used in the experiments. (1) Treatments: A) Control; B)  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ; C)  $^{15}\text{N}$  organic matter (=  $^{15}\text{N}$  labelled bean stalks); D)  $^{15}\text{N}$  organic matter +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (2) Total N mg/100 g soil. (3)  $^{15}\text{N}$  atom %.  $x_1$  = solonchak soil;  $x_2$  = slightly solodised, steppe-like meadow solonetz.

*Table 2.* Changes in mineral N contents (mg/100 g soil) of the soils due to the effect of the treatments. (1) Treatments (see Table 1). (2) Time of sampling, days. (3) Mean. (4) Table of variance. (5) Factors  $x_1$ ,  $x_2$ : the two soils. a) Treatment; b) Sampling; c) Interaction; d) Error; e) Total.

*Table 3.* Nitrogen quantity originating from labelled material ( $x_1$  solonchak soil). I. N mg/100 g soil; II. As a % of total mineral N. For other legends, see Table 2.

*Table 4.* Nitrogen quantity originating from labelled material ( $x_2$  slightly solodised, steppe-like meadow solonetz soil). For legends, see Table 3.

*Table 5.* N quantity determined in the form of mineral N as a % of N applied. For legends, see Table 2.

*Table 6.* Fixed  $\text{NH}_4\text{-N}$  originating from labelled material and total N on the 88th day of composting. (1) Treatments (see Table 1). (2) Fixed  $\text{NH}_4\text{-N}$ : mg/100 g soil, % and mg originating from labelled material, and as a % of N applied. (3) Total N: mg/100 g soil, % and mg originating from labelled material. (4) N loss or surplus: mg/100 g soil.

*Fig. 1.* Changes in the mineral N content of the solonchak soil during composting due to the effect of different treatments. For treatments A)—D), see Table 1.

*Fig. 2.* Changes in the mineral N content of the slightly solodised, steppe-like meadow solonetz soil during composting due to the effect of different treatments. For treatments A)—D), see Table 1.

## Studien über die Transformation des N-Mineraldüngers und die Mineralisation des organischen Stickstoffes mit Hilfe des stabilen Isotopes $^{15}\text{N}$

### III. Transformation der N-Formen im Fall von zwei Alkali-(Szik)-böden

#### I. LATKOVICS

orschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

#### Zusammenfassung

Die Versuche bezüglich der Transformation der N-Dünger und der Mineralisation des organischen Stoffes im Boden wurden fortgesetzt und ein weiterer Inkubations-Gefäßversuch wurde mit zwei Alkali-(Szik)-böden durchgeführt.

Zum Versuch wurden Durchschnittsproben aus der Krume eines auf kalkhaltigem Donau-Alluvialboden gebildeten Solontschakbodens (pH 9,48; Humusgehalt: 1%; gesamtter Salzgehalt: 1,5%), sowie eines schwach solodisierten Wiesensolonetzbodens mit Steppenbildung (pH: 5,8; Humusgehalt: 4,8%) genommen.

Als Düngemittel diente  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (beide N-Atome markiert, bzw. ohne Markierung), und als organisches Material geschrotetes Bohnenstroh mit einem N-Gehalt von 3,06–3,40% und mit  $^{15}\text{N}$  markiert (die Bohnen wurden in einem Gefäßversuch mit einem  $^{15}\text{N}$ -markierten Mineraldünger gezüchtet). Die Bohnenmehlgaben betrugen 0,4% der Bodenmenge.

Die geschlossenen Gefäße wurden im Thermostat bei 30 °C und bei einem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens von 60% der WK inkubiert. In den während der Inkubation genommenen Bodenproben wurde der  $\text{NO}_3\text{-N}$ - und der austauschbare  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt, und zum Schluss (am 88. Tag der Inkubation) auch die Menge des gebundenen  $\text{NH}_4\text{-N}$  und des gesamten N festgestellt.

In den ungedüngten Varianten (Kontrolle) ist der mineralische N-Gehalt beider Böden während der Inkubation angestiegen. Die höchsten Werte wurden am 63. Tag bestimmt, danach nahmen die Werte ab. Der Nitrifikationsvorgang war in den Böden verschieden. In dem schwach solodisierten Wiesensolonetzboden mit Steppenbildung war das Nitrat schon zu Beginn der Inkubation in der mineralischen N-Menge überwiegend, bei dem Solontschakboden aber erschien das Nitrat erst in einem späteren Stadium der Inkubation und das Maximum wurde nur bei der letzten Probenahme erreicht. Der mineralische N-Gehalt der Böden ist sowohl durch die N-Mineraldüngung, wie auch durch die organischen Stoffgaben signifikant erhöht worden. Im Durchschnitt aller Probenahmen stammte ungefähr 70% der gesamten mineralischen N-Menge aus dem N des  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , und ungefähr 46% aus dem N des markierten organischen Stoffes. Der N-Dünger förderte vor allem zu Beginn der Inkubation die Mineralisation des organischen Stoffes.

Nach der fast drei Monate lang dauernden Inkubation wurden 59–73% des Ammoniumnitrates und 45–63% des zugeführten organischen Stickstoffes in mineralischer Form bestimmt. Die Transformation des N-Düngers, der Ablauf und das Ausmass der Mineralisation des organischen Stoffes und die Menge der sich im Laufe der Mineralisation gebildeten N-Formen war in den untersuchten Böden verschieden. In dem schwach solodisierten Wiesensolonetzboden mit Steppenbildung waren die Bedingungen zur Mineralisation und Nitrifikation des organischen Stoffes günstiger, als im Solontschakboden. In dem Wiesensolonetzboden machte das  $\text{NO}_3\text{-N}$  in allen Varianten den überwiegenden Teil des mineralischen N aus; seine Menge übertraf die in dem Solontschakboden bestimmten Werte.

Während der Inkubation änderte sich die mineralische N-Menge der Böden im Zusammenhang mit den Mobilisations- und Immobilisationsvorgängen des Stickstoffes. Das N des Ammoniumnitrates, sowie dasjenige des organischen Stoffes erhöhte gesichert die gebundene  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Menge der Böden. Im Vergleich zur Kontrolle ergab die Variante mit  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  + organischem Stoff die grösste Zunahme (11,6–14,8%). In diesem Falle wurde in erster Linie das N des nicht-markierten Mineraldüngers gebunden.

Aufgrund des Vergleiches mit den markierten mineralischen bzw. organischen N-Gaben kann festgestellt werden, dass je nach dem Boden 3,4–5,4% N der ersteren und 3,6–5,9% N der letzteren während der Inkubation gebunden wurden. In Kombination mit  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  gegeben sank aber der Anteil des gebundenen organischen  $\text{NH}_4\text{-N}$  auf 0,9–1,8%. Die Wirkung der Düngungsvarianten erschien in den gesamten N-Gehalten der Böden deutlich. Bei beiden Böden konnte ein N-Verlust aufgezeigt werden. Im Falle des Solontschakbodens haben wir 24,3% des N des markierten Ammoniumnitrates und 15,7% des N des mit  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  zusammen gegebenen organischen Stoffes nach der Inkubation nicht wiedergewonnen. Beim Wiesensolonetzboden mit Steppenbildung haben wir in den obigen Varianten geringere N-Verluste — 11,0–7,2% — nachweisen können.

Tab. 1. Varianten der Versuche. (1) Varianten: A) Ungedüngt (Kontrolle); B)  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ ; C)  $^{15}\text{N}$  des organischen Stoffes (des Bohnenstrohs); D) mit  $^{15}\text{N}$  markierter organischer Stoff +  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . (2) Gesamter N-Gehalt, mg/100 g Boden. (3)  $^{15}\text{N}$  Atom%.  $x_1$  = Solontschakboden;  $x_2$  = schwach solodisierter Wiesensolonetzboden mit Steppenbildung.

Tab. 2. Änderung des mineralischen N-Gehaltes der Böden (mgN/100 g Boden) infolge der Düngungsvarianten. (1) Varianten: s. Tab. 1. (2) Zeitpunkt der Probenahme, Tag. (3) Mittelwert. (4) Varianztabelle. ( $x_1$  und  $x_2$ : die untersuchten Böden, s. Tab. 1.) (5) Faktoren der Varianztabelle: a) Düngung; b) Probenahme; c) Wechselwirkung; d) Fehler; e) Insgesamt.



*Tab. 3.* Aus den markierten Düngemitteln stammende N-Menge ( $x_1$  = Solontschakboden). I. mg N/100 g Boden; II. In %-en des gesamten mineralischen N-Gehaltes. Übrige Bezeichnungen: s. Tab. 2.

*Tab. 4.* Aus den markierten Düngemitteln stammende N-Menge ( $x_2$  = schwach solodisierter Wiesenolonetzboden mit Steppenbildung). Übrige Bezeichnungen: s. Tab. 3.

*Tab. 5.* In mineralischer Form bestimmte N-Menge in %-en des gegebenen Stickstoffes. Bezeichnungen: s. Tab. 2.

*Tab. 6.* Menge des aus den markierten Düngemitteln stammenden gebundenen  $\text{NH}_4\text{-N}$  und des gesamten N am 88. Tag der Inkubation. (1) Varianten: s. Tab. 1. (2) Gebundenes  $\text{NH}_4\text{-N}$ : mg/100 g Boden, aus den markierten Düngemitteln stammende Menge in % und mg, und in %-en des im Düngemittel gegebenen N. (3) Gesamter N-Gehalt: mg/100 g Boden, aus den markierten Düngemitteln stammende Menge in % und mg. (4) N-Verlust bzw. N-Überschuss, mg/100 g Boden.

*Abb. 1.* Änderung des mineralischen N-Gehaltes des Solontschakbodens während der Inkubation infolge der einzelnen Düngungsvarianten. Varianten A)—D): s. Tab. 1.

*Abb. 2.* Änderung des mineralischen N-Gehaltes des schwach solodisierten Wiesenolonetzbodens mit Steppenbildung während der Inkubation infolge der einzelnen Düngungsvarianten. Varianten A)—D): s. Tab. 2.

## Изучение трансформации азотных минеральных удобрений и минерализации органического азота методом мечения стабильным изотопом $^{15}\text{N}$

### III. Переобразование форм азота в двух засоленных почвах

И. ЛАТКОВИЧ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Вудапешт

#### Резюме

Продолжали опыты связанные с изучением трансформации азотного минерального удобрения и минерализации органического азота, для этого с двумя типами засоленных почв заложили новые вегетационные опыты с инкубацией.

В опытах использовали средние образцы, взятые из верхних пахотных горизонтов солончака, образованного на аллювии Дуная (pH — 9,48, гумус — 1,0%, общее содержание солей 1,5%) и слабо осолоделого, остепняющегося лугового солонца (pH — 5,8, гумус 4,8%).

В опыте обе группы получили неактивный или меченный  $^{15}\text{N}$  нитрат аммония и меченное  $^{15}\text{N}$  органическое вещество, которое представляло собой воздушносухие измельченные стебли фасоли, содержащие 3,06—3,40% азота. Бобовую культуру предварительно выращивали в вегетационных сосудах, в которые вносились минеральные удобрения меченные  $^{15}\text{N}$ . Органическое вещество составляло 0,4% от навески почвы.

Закрыв вегетационные сосуды поместили в термостат и инкубировали почву при температуре 30 °C. Влажность почвы поддерживали на уровне 60% от общей влагоемкости. В образцах, взятых при инкубации, определили содержание  $\text{NO}_3^-$  и обменного  $\text{NH}_4\text{-N}$ , в последнем образце, на 88 день инкубации, определили содержание связанного и общего азота.

В обеих контрольных почвах за период инкубации увеличилось количество минерального азота. Самое высокое значение измерили на 68 день, после чего содержание минерального азота снижалось. Процесс нитрификации в двух почвах проходил по-разному. В слабо осолоделом остепняющемся солонце большая часть минерального азота уже в начале инкубации образовала нитраты, в то время как в солончаке нитраты появились только в более поздних стадиях инкубации, их максимальное содержание отмечалось в последних образцах т. е. в конце инкубации. Азотные минеральные удобрения и внесенный в почву органический материал достоверно увеличили содержание в почвах минерального азота. В среднем по взятым образцам, общее количество минерального азота на 70% состояло из азота минеральных удобрений, на 46% — из азота меченного органического вещества. Азотные минеральные удобрения оказали благоприятное влияние на минерализацию органического вещества, особенно в начале инкубации.

После примерно трехмесячной инкубации 59—73% аммонийного азота и 45—63% органического азота находилось в минеральной форме. Трансформация азотного минерального удобрения, размер и темп минерализации органического вещества, содержание различных форм азота, образованных в процессе минерализации, в двух исследованных почвах были различными.

В слабо осолоделом остепняющемся луговом солонце создались лучшие условия для минерализации органического вещества и нитрификации, чем в солончаке. В луговом солонце, на всех вариантах, большая часть минерального азота образовала  $\text{NO}_3\text{-N}$ , содержание его было гораздо выше, чем в солончаке.

За период инкубации количество минерального азота в почве изменялось в зависимости от процесса мобилизации и иммобилизации. Нитрат аммония и азот органического материала достоверно увеличили в почве содержание связанного  $\text{NH}_4\text{-N}$ . По сравнению с контролем, самое значительное увеличение 11,6—14,8% получили на 4. варианте, где меченное органическое вещество внесли вместе с нитратом аммония. В этом случае происходило связывание в первую очередь азота инактивного минерального удобрения.

На основе величин, отнесенных к количеству внесенного меченного азота, можно установить, что в зависимости от почвы связалось 3,4—5,4% азота минеральных удобрений и 3,6—5,9% азота меченного органического вещества. Азот органического вещества, внесенного вместе с азотным минеральным удобрением, составил всего 0,9—1,8% от количества связанного аммонийного азота. Варианты оказали влияние и на содержание общего азота. По данным исследований, потери азота наблюдались в обеих почвах. В солончаке не получили обратно 24,3—15,7% азота внесенного меченного нитрата аммония и 15,7% азота органического вещества, внесенного вместе с азотным минеральным удобрением. В слабо осолоделом остепняющемся луговом солонце потери азота в тех же вариантах были меньше, они составили всего 11,0—7,2%.

Табл. 1. Варианты опыта: (1) Обработки: А) Контроль. В)  $^{15}\text{NH}_4\text{ }^{15}\text{NO}_3$ . С) Органическое вещество меченное  $^{15}\text{N}$  (стебли фасоли меченные  $^{15}\text{N}$ ). Д) Органическое вещество меченное  $^{15}\text{N} + \text{NH}_4\text{NO}_3$ . (2) Общий азот в мг/100 г почвы. (3)  $^{15}\text{N}$  атом %.  $x_1$  = солончак.  $x_2$  = слабо осолоделый остепняющийся луговой солонец.

Табл. 2. Изменение содержания минерального азота в почвах под влиянием вариантов (мг/100 г почвы). (1) Обработки (смотри в таблице 1). (2) Время взятия образцов, день. (3) Среднее. (4) Вариационная таблица. (5) Факторы.  $x_1, x_2$  — почвы. а) Обработка. б) Взятие образцов. с) Взаимодействие. д) Ошибка. е) Всего.

Табл. 3. Азот происходящий из меченного материала ( $x_1$  солончак). 1. Азот в мг/100 г почвы. II. В % от общего минерального азота. Остальные обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 4. Азот происходящий из меченного материала ( $x_2$  остепняющийся луговой солонец). Обозначения смотри в таблице 3.

Табл. 5. Количество азота определенного в минеральной форме в % от внесенного азота. Обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 6. Связанный  $\text{NH}_4\text{-N}$  происходящий из меченного материала и общее количество азота на 88 день инкубации. (1) Обработки (смотри в таблице 1). (2) Связанный  $\text{NH}_4\text{-N}$ : мг/100 г почвы, происходящий из меченного материала в % и мг, и в % от внесенного азота. (3) Общий азот: мг/100 г почвы, происходящий из меченного материала в % и мг. (4) Недостаток азота или прибавка азота в мг/100 г почвы.

Рис. 1. Изменение содержания минерального азота в солончаке за время инкубации под влиянием различных вариантов. Обработки А)—Д) смотри в таблице 1.

Рис. 2. Изменение содержания минерального азота в слабо осолоделом остепняющемся луговом солонце за время инкубации под влиянием различных вариантов. Обработки А)—Д) смотри в таблице 1.